

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 102 13 871.0

**Anmeldetag:** 27. März 2002

**Anmelder/Inhaber:** Siemens Aktiengesellschaft, München/DE

**Bezeichnung:** Verfahren für den Betrieb und die Überwachung  
von MPLS-Netzen

**IPC:** H 04 L 12/56

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 7. April 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Ebert



## Beschreibung

## Verfahren für den Betrieb und die Überwachung von MPLS-Netzen

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff von Patentanspruch 1.

Beim Stand der Technik ist die OAM Funktionalität (Operation and Maintenance) als wesentlicher Bestandteil der Betriebsweise öffentlicher Kommunikationsnetze anzusehen. Sie unterstützt die Qualität der Netzperformance bei gleichzeitiger Reduktion der Betriebskosten des Netzes. Besonders im Hinblick auf die Dienstgüte der übertragenen Informationen (Quality of Service, QoS) leistet sie einen wesentlichen Beitrag.

15 Strategien bezüglich OAM-Funktionalitäten wurden bereits für SONET/SDH sowie für ATM-Netze vorgeschlagen.

Durch die OAM Funktionalität kann der Betreiber eines Kommunikationsnetzes jederzeit Kenntnis darüber erlangen, ob die für eine Verbindung garantierte Dienstgüte (Service Level Agreement) auch eingehalten wird. Hierzu muss der Betreiber die Verfügbarkeit bestehender Verbindungen (Verbindung „up“ oder „down“) ebenso kennen, wie die zeitliche Verzögerung bei der Übermittlung der Informationen (Delay, Delay variation), die - ggf. gemittelte - Abweichung vom ansonsten üblichen Abstand zwischen je zwei Informationsübermittlungen (Delay Jitter), oder die Anzahl der erst gar nicht zur Übermittlung zugelassenen Informationen (Blocking Rate, error performance).

30 Fällt beispielsweise eine Verbindung aus, muß unmittelbar der Fehler ermittelt (Fault detection), lokalisiert (Fault localisation), sowie gegebenenfalls die Verbindung auf eine Ersatzstrecke (Protection switching) umgeleitet werden können. Damit kann der Verkehrsfluß im Netz (Traffic flow) sowie die

35 Vergebührung (Billing procedures) verbessert werden.

Für Übertragungen im Internet werden gegenwärtig MPLS-Netze vorgeschlagen. In MPLS-Netzen (Multiprotocol Packet Label Switching) werden Informationen mittels MPLS-Paketen übertragen. MPLS-Pakete weisen eine variable Länge mit jeweils einem Kopfteil sowie einem Informationsteil auf. Der Kopfteil dient der Aufnahme von Verbindungsinformation während der Informationsteil der Aufnahme von Nutzinformation dienlich ist. Als Nutzinformation werden IP-Pakete verwendet. Die im Kopfteil enthaltene Verbindungsinformation ist als MPLS-Verbindungsnummer ausgebildet. Diese hat aber lediglich im MPLS-Netz Gültigkeit. Wenn somit ein IP-Paket von einem Internet-Netz in das MPLS-Netz eindringt (Fig. 1), wird diesem der im MPLS-Netz gültige Kopfteil vorangestellt. Darin sind alle Verbindungsinformationen enthalten, die den Weg des MPLS-Paketes im MPLS-Netz vorgeben. Verläßt das MPLS-Paket das MPLS-Netz, wird der Kopfteil wieder entfernt und das IP-Paket in sich daran anschließenden Internet-Netz nach Maßgabe des IP-Protokolls weitergeroutet.

In Fig. 1 wird davon ausgegangen, dass Informationen z. B. ausgehend von einem Teilnehmer TLN1 einem Teilnehmer TLN2 zugeführt werden. Der sendende Teilnehmer TLN1 ist dabei an das Internet-Netz IP angeschlossen, durch das die Informationen nach einem Internetprotokoll wie z.B. das IP-Protokoll geleitet werden. Dieses Protokoll ist kein verbindungsorientiertes Protokoll. Das Internet-Netz IP weist eine Mehrzahl von Routern R auf, die untereinander vermascht sein können. Der empfangende Teilnehmer TLN2 ist an ein weiteres Internet-Netz IP angeschlossen. Zwischen den beiden Internet-Netzen IP ist ein MPLS-Netz eingefügt, durch das Informationen in Form von MPLS-Paketen verbindungsorientiert durchgeschaltet werden. Dieses Netz weist eine Mehrzahl von miteinander vermaschten Routern auf. In einem MPLS-Netz können dies sogenannte Label Switched Router (LSR) sein.

Die OAM Funktionalität in Bezug auf ein MPLS-Netz ist bislang noch nicht angesprochen worden. Sie kann auch nicht ohne weiteres von der Lösung aus ATM-Netzen übertragen werden.

- 5 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde einen Weg aufzuzeigen, wie eine OAM-Funktionalität in MPLS-Netze mit geringem Aufwand integriert werden kann.

10 Die Erfindung wird ausgehend von den in Oberbegriff von Patentanspruch 1 angegebenen Merkmalen durch die kennzeichnenden Merkmale gelöst.

15 Vorteilhaft an der Erfindung ist insbesondere das Vorsehen von MPLS-OAM-Paketen. Diese werden in den Verkehrsstrom von Nutzdatenpaketen eingefügt. Hierzu ist lediglich eine Markierung oder Kennung im Paketkopf erforderlich, so dass die MPLS-OAM-Pakete von den nutzdatentragenden MPLS-Paketen unterschieden werden können.

20 Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung werden in den Unteransprüchen angegeben.

Die Erfindung wird im folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Es zeigen:

Figur 1 die grundsätzlichen Verhältnisse in einem MPLS-Netz

30 Figur 2 eine End-to-End-Verbindung zwischen zwei Teilnehmer

Figur 3 die Verhältnisse im Paketkopf und im Informations-  
teil eines MPLS-OAM-Paketes

35 In Fig. 2 ist eine Verbindung (Label Switched Path, LSP) zwischen zwei Teilnehmern TLN1, TLN2 aufgezeigt. Diese Verbindung wird über eine Mehrzahl von Knoten N1...N4 geführt, wo-

durch eine Mehrzahl von Verbindungsabschnitten (Lable Swit-  
ched Hop) definiert werden. Die Knoten N1...N4 sollen als  
Router LSR eines MPLS-Netzes ausgebildet sein. Zwischen dem  
Teilnehmer TLN1 und dem Teilnehmer TLN2 entsteht nun nach ei-  
5 nem erfolgreichen Verbindungsaufbau ein Informationsfluss,  
der aus einer Mehrzahl von die nutzdatentragenden MPLS-  
Paketen gebildet wird. In diesen MPLS-Paketfluss können MPLS-  
OAM-Pakete eingefügt werden (Inband LSP). Im Gegensatz hierzu  
werden Verbindungen definiert, über die ausschließlich MPLS-  
10 OAM-Pakete geführt werden (Outband LSP). Grundsätzlich sind  
inband MPLS-OAM-Pakete nützlich, um Verbindungen LSP auf in-  
dividueller Basis mitzuprotokollieren. In einigen Fällen je-  
doch kann es vorteilhafter sein, einen Out-of-Band MPLS-OAM-  
Paketfluss zu definieren. Ein Beispiel hierfür ist die MPLS-  
15 Gruppenersatzschaltung.

Um MPLS-OAM-Pakete von nutzdatentragenden MPLS-Paketen unter-  
scheiden zu können, werden die MPLS-OAM-Pakete markiert. Die  
speziellen Markierungsmechanismen sind in Fig. 3 aufgezeigt  
20 und werden später noch im einzelnen näher beschrieben.

Die Aufeinanderfolge mehrerer MPLS-OAM-Pakete definiert einen  
MPLS-OAM-Paketfluss. Grundsätzlich können 3 verschiedene Ar-  
ten eines MPLS-OAM-Paketflusses gleichzeitig für eine Ver-  
25 bindung LSP existieren:

End-to-end MPLS-OAM-Paketfluss. Er wird insbesondere dann  
verwendet, wenn eine OAM Kommunikation zwischen einer Quelle  
und einer Senke einer Verbindung LSP erfolgt. Er wird aus  
30 MPLS-OAM-Paketen gebildet, die in der Quelle der Verbindung  
LSP in den Nutzdatenstrom eingefügt und an der Senke diesem  
wieder entnommen werden. Die MPLS-OAM-Pakete können entlang  
der Verbindung LSP an den Connection Point CP aufgezeichnet  
und überwacht werden, ohne dass in den Übertragungsprozess  
35 eingegriffen wird.

- Von dem End-to-end definierten MPLS-OAM-Paketfluss wird der MPLS-OAM-Paketfluss des Typs A unterschieden. Er wird insbesondere dann verwendet, wenn eine OAM Kommunikation zwischen den Knoten, die einen Verbindungsabschnitt (Segment) des Typs A begrenzen, erfolgt (Fig. 2). Ein oder mehrere MPLS-OAM-Segmente des Typs A können in der Verbindung LSP definiert werden, sie können aber weder verschachtelt werden noch können sie sich mit anderen Segmenten des Typs A überlappen.
- 10 Von den beiden vorstehend genannten Arten des Paketflusses wird schließlich der MPLS-OAM-Paketfluss des Typs B unterschieden. Er wird insbesondere dann verwendet, wenn eine OAM Kommunikation zwischen den Knoten, die einen Verbindungsabschnitt des Typs B begrenzen, erfolgt (Fig. 2). Ein oder mehrere MPLS-OAM-Segmente des Typs B können in der Verbindung LSP definiert werden, sie können aber weder verschachtelt werden noch können sie sich mit anderen Segmenten des Typs B überlappen.
- 15
- 20 Grundsätzlich wird ein MPLS-OAM-Paketfluss (end-to-end, Typ A, Typ B) aus MPLS-OAM-Paketen gebildet, die am Anfang eines Segmentes in den Nutzdatenstrom eingefügt und am Ende des Segmentes diesem wieder entnommen werden. Sie können entlang der Verbindung LSP an den Connection Points CP aufgezeichnet und bearbeitet werden, ohne dass in den Übertragungsprozess eingegriffen wird. Jeder Connection point CP in der Verbindung LSP einschließlich der Quellen und Senken der Verbindung können als MPLS-OAM-Quelle oder MPLS-OAM-Senke konfiguriert werden, wobei die von einer MPLS-OAM-Quelle ausgehenden MPLS-OAM-Pakete vorzugsweise als „upstream“ zu konfigurieren sind.
- 30

Bevor MPLS-OAM-Pakete (end-to-end, Typ A, Typ B) über das MPLS-Netz übertragen werden, müssen die Endpunkte des zugehörigen MPLS-OAM-Segmentes definiert sein. Die Definition von Quelle und Senke für ein MPLS-OAM-Segment ist nicht notwendigerweise für die Dauer der Verbindung fest vorgegeben. Dies bedeutet, dass das betreffende Segment beispielsweise

35

über Felder im Signalisierungsprotokoll rekonfiguriert werden kann.

Für jede Verbindung LSP ist eine Verschachtelung des segmentierten MPLS-OAM-Paketflusses (Typ A oder Typ B) innerhalb eines End-to-end MPLS-OAM-Paketflusses möglich. Die Connection points CP können dabei gleichzeitig Quelle/Senke eines Segmentflusses (Typ A oder Typ B) wie auch des End-to-end MPLS-OAM-Paketflusses sein.

Der MPLS-OAM-Paketfluss (Segmentfluss) des Typs A ist funktionell unabhängig von dem des Typs B im Hinblick auf Einfügen, Herausnehmen sowie Verarbeiten der MPLS-OAM-Pakete. Im allgemeinen ist daher das Verschachteln von MPLS-OAM-Paketen des Typs B mit denen des Typs A und umgekehrt möglich. Im Falle der Verschachtelung kann daher ein Connection point CP gleichzeitig Quelle und Senke auch eines OAM-Segmentflusses von Typ A und von Typ B sein.

Das Überlappen der Segmente des Typs A mit denen des Typs B ist in Abhängigkeit von der Netzarchitektur möglich. Beispielsweise können im Falle einer Punkt-zu-Punkt-Architektur Segmente des Typs A mit denen des Typs B überlappen. Beide Segmente können unabhängig voneinander operieren und werden sich daher in keiner Weise beeinflussen. In MPLS-Ersatzschaltungen allerdings kann das Überlappen zu Problemen führen.

Im folgenden sei anhand von Fig. 3 näher erläutert, wie MPLS-OAM-Pakete von nutzdatentragenden MPLS-Paketen unterschieden werden können. Hierzu sind zwei alternative Lösungsansätze möglich:

In einer ersten Ausgestaltung der Erfindung kann eines der EXP-Bits im MPLS-Paketkopf verwendet werden, um MPLS-OAM-Pakete von nutzdatentragenden MPLS-Paketen zu unterscheiden. Insbesondere ist mit dieser Vorgehensweise eine sehr einfache

Unterscheidungsmöglichkeit gegeben. In der Senke eines MPLS-OAM-Segmentes oder and den Connection points CP kann dieses Bit überprüft werden, um MPLS-OAM-Pakete herauszufiltern, bevor weitere Auswertungen vorgenommen werden.

5

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung kann eine der MPLS-Verbindungsnummern (MPLS label values) Nr. 4 bis Nr. 15 im Kopfteil des MPLS-Pakets als Kennung verwendet werden. Diese MPLS-Verbindungsnummern wurden von der IANA reserviert.

- 10 In diesem Fall muss die nächste Kennung im Stack der zugeordneten Verbindung LSP andeuten, wofür die Inband OAM-Funktionalität ausgeführt wird. Dieser Lösungsansatz ist etwas komplexer zu implementieren, da die Hardware in der OAM-Senke und den Connection points CP zwei MPLS-Stack-Eingänge
- 15 für jedes MPLS-OAM-Paket benötigt. Selbstverständlich muss das Bearbeiten in Realtime erfolgen, d.h. in den Connection points CP müssen die OAM-Pakete wieder in den Fluss bei Einhalten der Sequenzreihenfolge eingefügt werden. Dies ist zwingend notwendig, um korrekte Performance-Monitoring Ergebnisse
- 20 nisse in der OAM-Senke sicherzustellen.

Die MPLS-OAM-Pakete enthalten Felder, die allen Typen von OAM-Paketen ebenso gemeinsam sind wie die Funktionsfelder. Die Kodierungsprinzipien für gegenwärtig unbenutzte gemeinsame und spezielle Felder sind:

- gegenwärtig unbenutzte OAM-Nutzdaten-Bytes, die als 0110 1010 (6AH) kodiert sind
  - gegenwärtig unbenutzte Nutzdaten-Bits (unvollständige Bytes, die zu Null kodiert sind.
- 30

Die gegenwärtig nicht benutzten Bytes und Bits sollten in der OAM-Senke nicht auf Übereinstimmung mit der Kodierungsregel überprüft werden.

35

Weitergehende Erweiterungen zur MPLS-OAM-Funktionalität sollten sicherstellen, dass Einrichtungen, die ältere Versionen

unterstützen, keine Kompatibilitätsprobleme im Hinblick auf den Inhalt der MPLS-OAM-Pakete haben. Dies bedeutet, dass Funktionen und Kodierungen von definierten Feldern in der Zukunft nicht umdefiniert werden sollten. Allerdings können gegenwärtig unbenutzte Felder- und Codepoints zukünftig umdefiniert werden und sind daher reserviert. Anzumerken bleibt noch, dass beim Ausführungsbeispiel das linke Bit das höchstwertigere Bit ist und als erstes übertragen wird. Die Kodierung für MPLS-OAM-Pakete ist in Fig. 3 aufgezeigt.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Übertragung von Paketen variabler Länge  
über Verbindungen (Label Switched Paths, LSP), die zwischen  
5 Kommunikationseinrichtungen eines Kommunikationssystems ein-  
gerichtet sind, wobei letztere zu einem Netz vermascht sind,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass innerhalb des Kopfteils eines Paketes eine Kennung vor-  
gesehen ist, welche eine Teilmenge der insgesamt pro Verbin-  
10 dung (LSP) übertragenen Pakete kennzeichnet, die für den Be-  
trieb und für die Überwachung (Operation and Maintenance,  
OAM) des Netzes eingesetzt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1,  
15 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass die Pakete nach einem Multi Protocol Label Switching Ü-  
bertragungsverfahren (MPLS) übertragen werden, wodurch diese  
Pakete als MPLS-Pakete definiert sind und daß die mit der  
Kennung versehenen MPLS-Pakete als MPLS-OAM-Pakete definiert  
20 sind.
3. Verfahren nach Anspruch 1, 2,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass eines der EXP (experimental) Bits im Kopfteil des MPLS-  
Paketes als Kennung verwendet wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, 2,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass eine der reservierten MPLS-Verbindungsnummern (MPLS la-  
30 bel values) Nr. 4 bis Nr. 15 im Kopfteil des MPLS-Pakets als  
Kennung verwendet wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
35 dass aus den MPLS-OAM-Paketen ein End-to-End MPLS-OAM-Paket-  
fluss gebildet wird, der zwischen Quelle und Senke der Ver-

bindung (LSP) übertragen wird, womit die gesamte Verbindung (LSP) überwacht wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,

5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass die Verbindung (LSP) aus einer Mehrzahl von Segmenten gebildet wird,

dass aus den MPLS-OAM-Paketen ein MPLS-OAM-Segmentfluss gebildet wird, der innerhalb des betreffenden Segmentes der

10 Verbindung (LSP) zwischen Quelle und Senke des Segmentes übertragen wird, womit dieses Segment der Verbindung (LSP) überwacht wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6,

15 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass verschiedene Ausprägungen eines MPLS-OAM-Segmentflusses existieren, die als Typ A, Typ B etc. definiert werden, und die funktional unabhängig voneinander für dieselbe Verbindung (LSP) eingerichtet werden können.

20

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass nur ein MPLS-OAM-Segmentfluss der gleichen Ausprägung, aber mehrere MPLS-OAM-Segmentflüsse jeweils unterschiedlicher

25 Ausprägung gleichzeitig für einen beliebigen Abschnitt einer Verbindung (LSP) eingerichtet werden können.

9. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

30 dass innerhalb eines MPLS-OAM-Paketes eine weitere Kennung vorgesehen wird, die eine Unterscheidung ermöglicht, ob das zugehörige MPLS-OAM-Paket Teil eines End-to-End MPLS-OAM-Paketflusses oder Teil eines MPLS-OAM-Segmentflusses ist.

10. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass innerhalb eines MPLS-OAM-Paketes eine dritte Kennung  
vorgesehen wird, die im Falle eines MPLS-OAM-Segmentflusses  
5 eine Unterscheidung ermöglicht, zu welcher Ausprägung eines  
MPLS-OAM-Segmentflusses das zugehörige MPLS-OAM-Paket zuge-  
ordnet werden kann.
11. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,  
10 dadurch gekennzeichnet,  
dass innerhalb eines MPLS-OAM-Paketes eine vierte Kennung  
vorgesehen wird, die die funktionale Bedeutung des MPLS-OAM-  
Pakets näher kennzeichnet.
- 15 12. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass innerhalb eines MPLS-OAM-Paketes weitere Informationen  
übertragen werden, die im Rahmen der Funktionen des MPLS-OAM-  
Paketes eingesetzt werden, um den Betrieb und die Überwachung  
20 des Netzes zu unterstützen.

## Zusammenfassung

## Verfahren für den Betrieb und die Überwachung von MPLS-Netzen

- 5 Die Erfindung betrifft ein Vorschlag, wie eine OAM Funktionalität in einem MPLS-Netz in MPLS-Netze mit geringem Aufwand integriert werden kann. Hierzu werden MPLS-OAM-Pakete vorgesehen. Diese werden in den Verkehrsstrom von Nutzdatenpaketen eingefügt und werden durch eine spezielle Markierung oder Kennung im Paketkopf von den MPLS-Paketen unterschieden.
- 10

Fig. 3

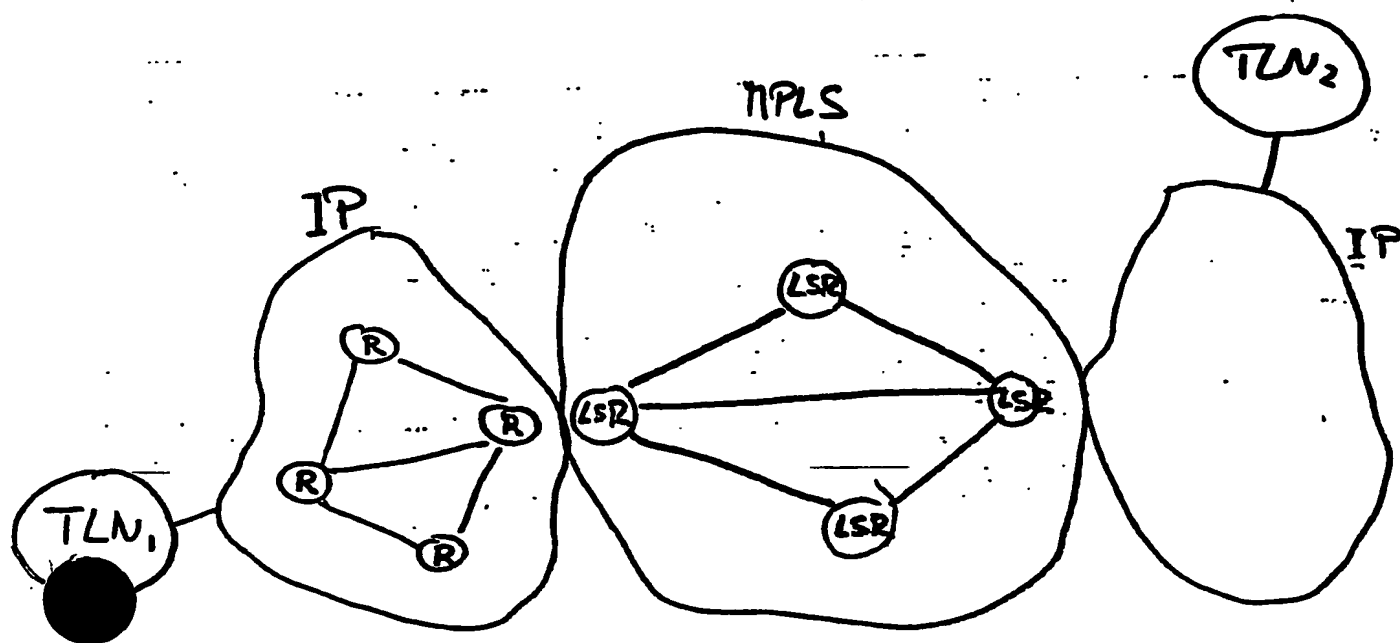


Fig. 1

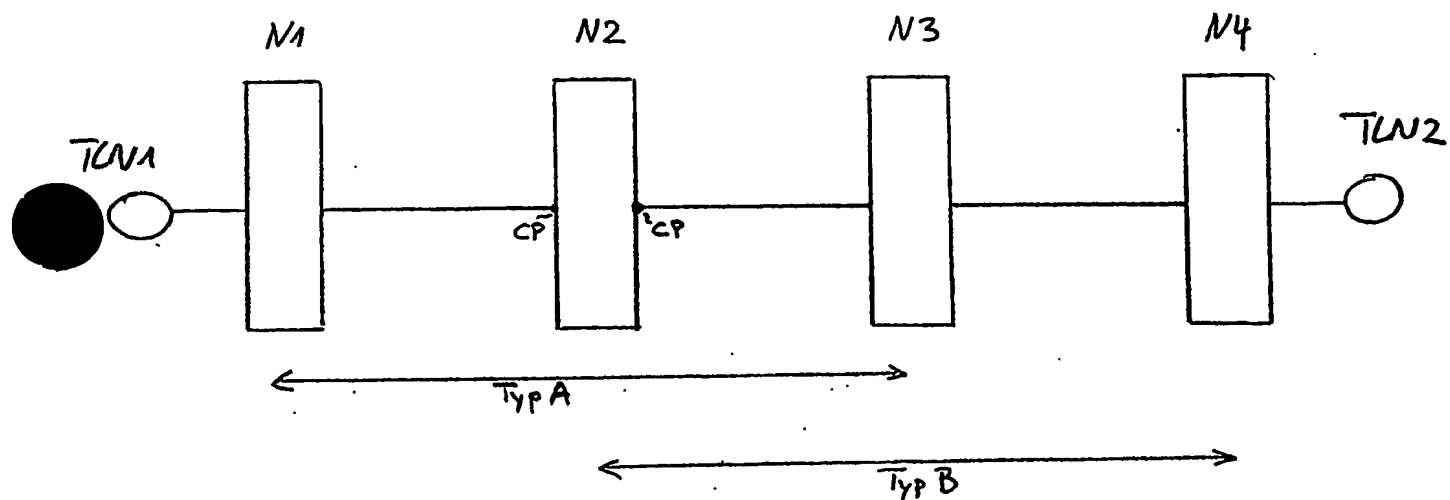


Fig. 2

212

Flow Type (4 bits)	OAM Type (4 bits)	OAM Payload (variable)	Parity Check (8 bits)
-----------------------	----------------------	---------------------------	--------------------------

**Notes:**

1. **Flow Type**  
0000 indicates an end-to-end MPLS OAM flow  
0001 indicates an MPLS OAM segment flow of Type A  
0010 indicates an MPLS OAM segment flow of Type B  
other values are reserved (currently unused)
2. **OAM Type**  
0000 indicates LAV function  
0001 indicates Enhanced Echo function  
0010 indicates Protection Protocol Express Message  
0011 indicates Group Protection SF trigger function  
other values are reserved (currently unused)
3. **OAM Payload** depends on the OAM Type and is shown below.
4. **Parity Check** 8 bit parity check (details to be defined).

Note that any invalid MPLS OAM cell detected at the OAM sink (as indicated by parity errors in the parity check) will not be processed further.

Fig. 3

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**